

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-014208

(43)Date of publication of application : 24.01.1985

(51)Int.Cl.

G02B 6/44
C03C 25/02

(21)Application number : 58-121992

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE

(22)Date of filing : 05.07.1983

(72)Inventor : SHIRASAKA ARIO
FUSE KENICHI

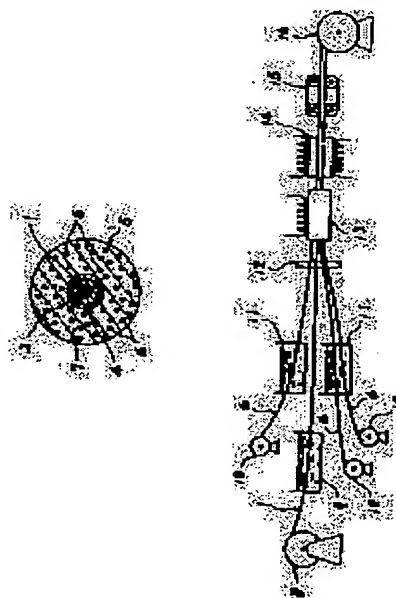
(54) COATED OPTICAL FIBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent longitudinal crack and to obtain a high transmission characteristic by providing a resin layer between a buffer layer provided on the outside circumference of an optical fiber and a reinforcing coat layer formed on the outside thereof and adhering the resin layer and the reinforcing coat layer.

CONSTITUTION: A resin layer 4 is interposed between a buffer layer 3 provided on the outside circumference of an optical fiber 1 and a reinforcing resin (FRP) layer 5 consisting of fiber-reinforced plastics. The resin layer 4 and the FRP layer 5 are adhered. The resin layer 4 is preferably formed of a curable resin. The resin layer 4 of the optical fiber having such constitution supports the FRP layer 5 and suppresses the deformation of the FRP

layer 5 and therefore the mechanical characteristic of the fiber is improved and the incidence of generating longitudinal crack is decreased. The microbend occurring in the FRP layer 5 is prevented by such resin layer 4 and therefore the high transmission characteristic of the coated optical fiber is assured and the fiber is used for a core for an underground buried communication cable, etc.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭60-14208

⑪ Int. Cl.³
G 02 B 6/44
C 03 C 25/02

識別記号 庁内整理番号
7370-2H
8017-4G

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月24日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑭ 被覆光ファイバ

⑮ 特 願 昭58-121992

⑯ 出 願 昭58(1983)7月5日

⑰ 発 明 者 白坂有生

市原市八幡海岸通6番地古河電
気工業株式会社千葉電線製造所
内

⑱ 発 明 者 布施憲一

市原市八幡海岸通6番地古河電
気工業株式会社千葉電線製造所
内

⑲ 出 願 人 古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6
番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 井藤誠

明細書の添付(内容に変更なし)
明 細 書

1. 発明の名称 被覆光ファイバ

2. 特許請求の範囲

- (1) 光ファイバの外周に緩衝層が形成されてお
り、緩衝層の外周には、柔軟補強プラステ
ックからなる補強被覆層が形成されている被
覆光ファイバにおいて、上記緩衝層と補強被
覆層との間に、樹脂層が介在され、該樹脂層
が補強樹脂層と接合している被覆光ファイバ。
- (2) 樹脂層が硬化性樹脂からなる特許請求の範
囲第1項記載の被覆光ファイバ。

3. 発明の詳細な説明

(技術分野)

この発明は光ファイバの外周に形成された
補強用の被覆層がFRPからなり、その光フ
ァイバとFRP製被覆層との間に機械的強度、
光伝送特性(以下単に伝送特性という)を改
善するための層が介在されている被覆光フ
ァイバに関する。

(背景技術)

一般的な被覆光ファイバは、その素線段階
での被覆層として1次被覆層と緩衝層とを有
するか、または1次被覆層を兼ねた緩衝層を
有し、この緩衝層の外周に補強層の被覆層が
形成されている。

補強用被覆層に関して、これをFRPとす
ることはすでに実施されており、該緩衝被覆
層をFRP製とした場合、被覆光ファイバの
機械的特性が大幅に向上し、湿度変化をも
う使用条件下での伝送ロス増が一般的なナ
イロン被覆光ファイバよりも小さくなるとさ
れている。

上記FRP製補強被覆層(以下PRP¹)は
既知のごとく、光ファイバの長手方向に沿う
ガラス製の補強繊維材と、これに含浸硬化さ
れた熱硬化性樹脂とからなり、当該PRP層
は緩衝層の直上においてパイプ形状をなして
いる。

しかしFRP層にも、つぎに述べる唯一の

腐蝕がみられる。

すなわちパイプ形状をなすFRP層に外面からの圧迫力、ねじれ、曲げ等が作用した場合、そのパイプ形状が偏平化する方向に変形して補強繊維材の長手方向に沿う縦割れが起こることがとなる。

これは縦断面にも起裂しており、該縦断面が取らなく、上記変形防止効果が乏しいため、FRP層の縦割れが発生するといえる。

その他、FRP層を有する被覆管ファイバの場合、伝送特性をより高度化する上で改善の余地が多く残されている。

この発明の主たる目的は上述した縦割れを防止することにある、併せて高い伝送特性を確保しようとするものである。

(発明の開示)

この発明は、光ファイバの外周に被覆層が形成されており、該被覆層の外周には補強繊維材とこれに含浸硬化された熱硬化性樹脂とからなる補強樹脂層が形成されている被覆管

- 3 -

あり、第1図のものでは光ファイバ1の外周にシリコン樹脂等による1次被覆層2、被覆層3が形成されているが、これら被覆層2、3のいずれか一方が他方を兼ねるとき、その他方の層は省略されることがある。

第2図のものは、このような例にならつて光ファイバ1の外周に1次被覆層を兼ねる被覆層3が形成されている。

4は上記被覆層3の外周に形成された樹脂層、5は該樹脂層4の外周に形成された補強樹脂層であり、樹脂層4は図示の層構成において被覆層3と補強被覆層5との間に存在されている。

上記における補強被覆層5は、長尺の補強繊維材6、6、6……と熱硬化性樹脂7とからなる。

このうち、補強繊維材6、6、6……はそれぞれ極細繊維のロービングまたはヤーンをよりなり、その材質としては多成分系(Eガラス、Sガラス)又は石英系のガラス繊維、

ファイバにおいて、上記繊維材と補強被覆層との間に、樹脂層が介在され、該樹脂層が補強被覆層と接合していることを特徴としている。

この発明の被覆管ファイバは、上記樹脂層が補強被覆層を支持し、その補強被覆層の変形を抑制するので、設け耐荷重が向上し、前述した縦割れの発生率が減少する。

さらに上記において、補強被覆層と樹脂層とが接合一体化していることによりその補強被覆層の縦割れ発生率がより減少し、光ファイバの防護効果も高まる。

また、上記樹脂層により、補強被覆層に起裂した光ファイバのマイクロベンドが防止できるので被覆管ファイバの高い伝送特性が確保できる。

(発明を実施するための最良の形態)

この発明に係る被覆管ファイバにつき図示の図面を参照して詳細に説明する。

第1図、第2図において、1はコアおよびクラッドからなる既知の石英系光ファイバで

- 4 -

カーボン繊維、アラミッド繊維、溶融シリカ繊維、セラミックス繊維など、これらの総称もしくは複合体が採用される。

一方、マトリクス樹脂としての上記樹脂7は、不飽和ポリエステル、エポキシ、シリコン、ビニルエステルの他、ビスマルイミドとトリアジンとからなる熱硬化性のポリアミドなど、各種熱硬化性樹脂のうちから適当なものが採用される。

さらに樹脂層4は熱硬化性樹脂7と同じ材質であつても異なる材質であつてもよいが、主には熱硬化性とか、光硬化性のごとを硬化性樹脂が採用され、その他、ポリエステル系樹脂、ポリアミド系樹脂(ナイロン)など耐熱性、高ヤング率の熱可塑性樹脂も採用される。

この樹脂層4に関して最も望ましいのは、補強被覆層5の熱硬化性樹脂7に対して高い接着力を示し、かつ、設け伸びが大きいことである。

これの具体的な樹脂としてはアクリル、ポ

- 5 -

- 6 -

リカーボネート、ポリメチルメタクリレート (PMMA)、ポリスチレンなどの熱可塑性樹脂やエポキシ系アクリルコンパウンド、シリコン系アクリルコンパウンド、ケトン系アクリルコンパウンド、これらコンパウンドの共重合体など熱硬化性及び光硬化性（紫外線硬化性）のものがあげられる。

上記樹脂層4は補強被覆層5よりも薄肉であり、樹脂層4：補強被覆層5との厚さの比は1：3ないし1：10程度である。

具体的1例として、光ファイバ1のコア/外径が50 μ m/125 μ mであり、補強被覆層5の外径950 μ m～1mm程度である第2図の複層光ファイバでは、厚さ200 μ m以下、ヤング率30kg/cm²（ヤング率は常温での値を示す。）以上の樹脂層3が採用され、厚さ50 μ m以下、ヤング率70～100kg/cm²の樹脂層4が採用される。

つぎに圧破試験により測定した本発明被覆光ファイバの機械的特性を述べる。

- 7 -

外径=400 μ m

d) 樹脂層3付の光ファイバ1

伝送損失=2.7dB/km、(波長 λ =0.85 μ m)

e) 樹脂層4

なし

f) 補強樹脂層5

外径=950 μ m、ガラス含有率=65%程度

補強繊維材5：外径10 μ m程度のEガラス繊維を数回本締め

て形成したロービング

熱硬化性樹脂7：不飽和ポリエステル

上記の構成からなる公知例の構造、側圧圧破強度は1.0～1.5kg/cmと低く、補強被覆層5を形成した後の伝送損失が4～5dB/kmにもなっている。

(実施例1)

a、b、c、dの各項については公知例と同じ。

ただし、c項での外径は350 μ mとした。

e) 樹脂層4

この際の圧破試験では、それぞれサンプル長50mmの複層光ファイバをつくり、圧破用治具を介してこれらサンプルをインストロン型引張試験機へセットし、スピード0.5mm/minにて側圧破試験をした。

圧破点は防雨の経過により変化する荷重曲線において、その直線性が保持される最大荷重点で判断した。

また、この発明の各実施例と比較するため、公知例の複層光ファイバについても同様の試験を行なった。

公知例の結果を先に示す。

(公知例)

a) 光ファイバ1

石英系、GI型、比屈折率差 $\Delta n=1\%$ 、

コア/外径=50 μ m/125 μ m

b) 1次被覆層2

なし

c) 樹脂層3

シリコンゴム、ヤング率=20kg/cm²、

- 8 -

ケトン系アクリルコンパウンド、ヤ

ング率=50kg/cm²

外径=400 μ m

f項は公知例と同じ。

g) 各層3、4、5の関係

樹脂層3と樹脂層4とは微小な間隙を
おいて互いに密着、樹脂層4と補強被覆
層5とは互いに密着。

この実施例1の場合、側圧圧破強度が1.3～1.8kg/cmと公知例よりも激増し、補強被覆層5を形成した後の伝送損失は3.0dB/km以下とかなり抑制できた。

(実施例2)

a～gまでの各項は実施例1と同じ、ただしe項でのヤング率は75kg/cm²とした。

この実施例2の場合、側圧圧破強度が1.6～2.0kg/cmと公知例よりも大幅に向上し、補強被覆層5形成後の伝送損失も3.0dB/km以下であった。

(実施例3)

- 9 -

- 10 -

a～gまでの各層は実施例1と同じ、ただしe項でのヤング率は95 Kg/cm²とした。

この実施例3の場合、屈折率差強度が2.5～2.8 Kg/cm²と実施例2を上回り、補強被覆層形成後の光伝送損失も3 dB/Kmであった。

(実施例4)

a～gまでの各層は実施例1と同じ、ただしe項での材質はヤング率120 Kg/cm²のエポキシ系アクリルコンパウンドとした。

この実施例4の場合、補強被覆層形成後の伝送損失3 dB/Km以下を確保しながらも、屈折率差強度は実施例3をさらに上回り、3.0～3.3 Kg/cm²にもなった。

(実施例5)

a, b, c, d, fの各層は実施例1と同じ、e項に関しては外径400 μmのナイロン12を採用した。

この実施例5の場合、屈折率差強度は2.0～2.8 Kg/cm²とかなりの値を示したが、補強

被覆層を形成した後の伝送損失が5～6 dB/Kmにもなった。

これは樹脂層4が補強被覆層5の内面と局部的に熱融着し、これによつて樹脂層4、5間の界面に凹凸が生じ、これに起因したマイクロベンドにより伝送ロスが増加したと考えられる。

(実施例6)

a, b, c, dの各層は実施例1と同じ、ただしe項での材質はシリコン樹脂とした。

e) 樹脂層4

不飽和ポリメチル、ヤング率109 Kg/cm² 外径=450 μm

f項に関しては外径=1.0 mmとした他例と同じ。

この実施例6の場合、屈折率差強度が1.7～2.2 Kg/cm²であり、光伝送損失が3 dB/Km以下であった。

なお、実施例1～4、実施例8において補

強被覆層を形成した後の伝送損失が3 dB/Km以下に抑制できた点はつぎのようである。

つまり、補強繊維材a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, aa, ab, ac, ad, ae, af, ag, ah, ai, aj, ak, al, am, an, ao, ap, aq, ar, as, at, au, av, aw, ax, ay, az, ba, bb, bc, bd, be, bf, bg, bh, bi, bj, bk, bl, bm, bn, bo, bp, bq, br, bs, bt, bu, bv, bw, bx, by, bz, ca, cb, cc, cd, ce, cf, cg, ch, ci, cj, ck, cl, cm, cn, co, cp, cq, cr, cs, ct, cu, cv, cw, cx, cy, cz, da, db, dc, dd, de, df, dg, dh, di, dj, dk, dl, dm, dn, do, dp, dq, dr, ds, dt, du, dv, dw, dx, dy, dz, ea, eb, ec, ed, ee, ef, eg, eh, ei, ej, ek, el, em, en, eo, ep, eq, er, es, et, eu, ev, ew, ex, ey, ez, fa, fb, fc, fd, fe, ff, fg, fh, fi, fj, fk, fl, fm, fn, fo, fp, fq, fr, fs, ft, fu, fv, fw, fx, fy, fz, ga, gb, gc, gd, ge, gf, gg, gh, gi, gj, gk, gl, gm, gn, go, gp, gq, gr, gs, gt, gu, gv, gw, gx, gy, gz, ha, hb, hc, hd, he, hf, hg, hh, hi, hj, hk, hl, hm, hn, ho, hp, hq, hr, hs, ht, hu, hv, hw, hx, hy, hz, ia, ib, ic, id, ie, if, ig, ih, ii, ij, ik, il, im, in, io, ip, iq, ir, is, it, iu, iv, iw, ix, iy, iz, ja, jb, jc, jd, je, jf, jg, jh, ji, jj, jk, jl, jm, jn, jo, jp, jq, jr, js, jt, ju, jv, jw, jx, jy, jz, ka, kb, kc, kd, ke, kf, kg, kh, ki, kj, kk, kl, km, kn, ko, kp, kq, kr, ks, kt, ku, kv, kw, kx, ky, kz, la, lb, lc, ld, le, lf, lg, lh, li, lj, lk, ll, lm, ln, lo, lp, lq, lr, ls, lt, lu, lv, lw, lx, ly, lz, ma, mb, mc, md, me, mf, mg, mh, mi, mj, mk, ml, mm, mn, mo, mp, mq, mr, ms, mt, mu, mv, mw, mx, my, mz, na, nb, nc, nd, ne, nf, ng, nh, ni, nj, nk, nl, nm, nn, no, np, nq, nr, ns, nt, nu, nv, nw, nx, ny, nz, oa, ob, oc, od, oe, of, og, oh, oi, oj, ok, ol, om, on, oo, op, oq, or, os, ot, ou, ov, ow, ox, oy, oz, pa, pb, pc, pd, pe, pf, pg, ph, pi, pj, pk, pl, pm, pn, po, pp, pq, pr, ps, pt, pu, pv, pw, px, py, pz, qa, qb, qc, qd, qe, qf, qg, qh, qi, qj, qk, ql, qm, qn, qo, qp, qq, qr, qs, qt, qu, qv, qw, qx, qy, qz, ra, rb, rc, rd, re, rf, rg, rh, ri, rj, rk, rl, rm, rn, ro, rp, rq, rr, rs, rt, ru, rv, rw, rx, ry, rz, sa, sb, sc, sd, se, sf, sg, sh, si, sj, sk, sl, sm, sn, so, sp, sq, sr, ss, st, su, sv, sw, sx, sy, sz, ta, tb, tc, td, te, tf, tg, th, ti, tj, tk, tl, tm, tn, to, tp, tq, tr, ts, tt, tu, tv, tw, tx, ty, tz, ua, ub, uc, ud, ue, uf, ug, uh, ui, uj, uk, ul, um, un, uo, up, uq, ur, us, ut, uu, uv, uw, ux, uy, uz, va, vb, vc, vd, ve, vf, vg, vh, vi, vj, vk, vl, vm, vn, vo, vp, vq, vr, vs, vt, vu, vv, vw, vx, vy, vz, wa, wb, wc, wd, we, wf, wg, wh, wi, wj, wk, wl, wm, wn, wo, wp, wq, wr, ws, wt, wu, wv, ww, wx, wy, wz, xa, xb, xc, xd, xe, xf, xg, xh, xi, xj, xk, xl, xm, xn, xo, xp, xq, xr, xs, xt, xu, xv, xw, xx, xy, xz, ya, yb, yc, yd, ye, yf, yg, yh, yi, yj, yk, yl, ym, yn, yo, yp, yq, yr, ys, yt, yu, yv, yw, yx, yy, yz, za, zb, zc, zd, ze, zf, zg, zh, zi, zj, zk, zl, zm, zn, zo, zp, zq, zr, zs, zt, zu, zv, zw, zx, zy, zz, aa, ab, ac, ad, ae, af, ag, ah, ai, aj, ak, al, am, an, ao, ap, aq, ar, as, at, au, av, aw, ax, ay, az, ba, bb, bc, bd, be, bf, bg, bh, bi, bj, bk, bl, bm, bn, bo, bp, bq, br, bs, bt, bu, bv, bw, bx, by, bz, ca, cb, cc, cd, ce, cf, cg, ch, ci, cj, ck, cl, cm, cn, co, cp, cq, cr, cs, ct, cu, cv, cw, cx, cy, cz, da, db, dc, dd, de, df, dg, dh, di, dj, dk, dl, dm, dn, do, dp, dq, dr, ds, dt, du, dv, dw, dx, dy, dz, ea, eb, ec, ed, ee, ef, eg, eh, ei, ej, ek, el, em, en, eo, ep, eq, er, es, et, eu, ev, ew, ex, ey, ez, fa, fb, fc, fd, fe, ff, fg, fh, fi, fj, fk, fl, fm, fn, fo, fp, fq, fr, fs, ft, fu, fv, fw, fx, fy, fz, ga, gb, gc, gd, ge, gf, gg, gh, gi, gj, gk, gl, gm, gn, go, gp, gq, gr, gs, gt, gu, gv, gw, gx, gy, gz, ha, hb, hc, hd, he, hf, hg, hh, hi, hj, hk, hl, hm, hn, ho, hp, hq, hr, hs, ht, hu, hv, hw, hx, hy, hz, ia, ib, ic, id, ie, if, ig, ih, ii, ij, ik, il, im, in, io, ip, iq, ir, is, it, iu, iv, iw, ix, iy, iz, ja, jb, jc, jd, je, jf, jg, jh, ji, jj, jk, jl, jm, jn, jo, jp, jq, jr, js, jt, ju, jv, jw, jx, jy, jz, ka, kb, kc, kd, ke, kf, kg, kh, ki, kj, kk, kl, km, kn, ko, kp, kq, kr, ks, kt, ku, kv, kw, kx, ky, kz, la, lb, lc, ld, le, lf, lg, lh, li, lj, lk, ll, lm, ln, lo, lp, lq, lr, ls, lt, lu, lv, lw, lx, ly, lz, ma, mb, mc, md, me, mf, mg, mh, mi, mj, mk, ml, mm, mn, mo, mp, mq, mr, ms, mt, mu, mv, mw, mx, my, mz, na, nb, nc, nd, ne, nf, ng, nh, ni, nj, nk, nl, nm, nn, no, np, nq, nr, ns, nt, nu, nv, nw, nx, ny, nz, oa, ob, oc, od, oe, of, og, oh, oi, oj, ok, ol, om, on, oo, op, oq, or, os, ot, ou, ov, ow, ox, oy, oz, pa, pb, pc, pd, pe, pf, pg, ph, pi, pj, pk, pl, pm, pn, po, pp, pq, pr, ps, pt, pu, pv, pw, px, py, pz, qa, qb, qc, qd, qe, qf, qg, qh, qi, qj, qk, ql, qm, qn, qo, qp, qq, qr, qs, qt, qu, qv, qw, qx, qy, qz, ra, rb, rc, rd, re, rf, rg, rh, ri, rj, rk, rl, rm, rn, ro, rp, rq, rr, rs, rt, ru, rv, rw, rx, ry, rz, sa, sb, sc, sd, se, sf, sg, sh, si, sj, sk, sl, sm, sn, so, sp, sq, sr, ss, st, su, sv, sw, sx, sy, sz, ta, tb, tc, td, te, tf, tg, th, ti, tj, tk, tl, tm, tn, to, tp, tq, tr, ts, tt, tu, tv, tw, tx, ty, tz, ua, ub, uc, ud, ue, uf, ug, uh, ui, uj, uk, ul, um, un, uo, up, uq, ur, us, ut, uu, uv, uw, ux, uy, uz, va, vb, vc, vd, ve, vf, vg, vh, vi, vj, vk, vl, vm, vn, vo, vp, vq, vr, vs, vt, vu, vv, vw, vx, vy, vz, wa, wb, wc, wd, we, wf, wg, wh, wi, wj, wk, wl, wm, wn, wo, wp, wq, wr, ws, wt, wu, wv, ww, wx, wy, wz, xa, xb, xc, xd, xe, xf, xg, xh, xi, xj, xk, xl, xm, xn, xo, xp, xq, xr, xs, xt, xu, xv, xw, xx, xy, xz, ya, yb, yc, yd, ye, yf, yg, yh, yi, yj, yk, yl, ym, yn, yo, yp, yq, yr, ys, yt, yu, yv, yw, yx, yy, yz, za, zb, zc, zd, ze, zf, zg, zh, zi, zj, zk, zl, zm, zn, zo, zp, zq, zr, zs, zt, zu, zv, zw, zx, zy, zz

樹脂層4のヤング率は樹脂層5のヤング率に対し、2倍以上であるのがよい。

以上の実施例はいずれも補強被覆層5内に一本の光ファイバが配設される場合を説明しているが、本発明は補強被覆層5の内側に樹脂層4があり、その内側に複数の被覆層付き光ファイバが配設された場合であつてもよい。

つぎにこの発明の被覆光ファイバに関する望ましい実施形態について、他の角度から検討した結果を説明する。

被覆光ファイバの一般的な引拔成形法では前記したように、補強繊維のロービングまた

はヤーン等からなる補強繊維材に液状の熱硬化性樹脂を含浸させ、該樹脂含浸の補強繊維材を光ファイバ素線（被覆層付の光ファイバ）の周囲に螺旋状状態としてこれを加熱式の引拔成形型へ引き通すことにより所定の樹脂硬化を行なっているが、こうして製造される被覆光ファイバの場合、引拔成形型内において樹脂含浸の補強繊維材により光ファイバ素線を密に包囲しなければならず、このような密心度が大きい場合は、伝送損失が増加したり、圧破や曲げに対する光ファイバ素線の防護効果も低下する。

これに対処するには補強繊維材を増やし、多くの被覆層材で光ファイバ素線を被覆すればよく、こうすることにより密心度が小さくなるとともに伝送特性、温度特性、機械特性も向上するかのごとくであるが、実際には補強繊維材が増えるにしたがい、成形型内での引拔抵抗が大きくなり、これに起因した機械的損傷、可撓性不良、含浸樹脂の浸透不均一、

外観不良などが発生する。

上記に對應するため、この発明の被覆光ファイバでは、光ファイバ素線の外層（被覆層3の外径）を d_1 、各補強繊維材 ϕ 、 ϕ 、 ϕ ・・・を被覆している第3図の極細繊維 ϕ' 、 ϕ' 、 ϕ' ・・・の平均外径を d_2 、熱硬化性樹脂7の量を A 、被覆繊維材 ϕ 、 ϕ 、 ϕ ・・・の量を B とした場合、 A と B との体積比 C 、すなわち $C = \frac{B}{A+B} \times 100$ を $45 \leq C \leq 75$ とし、さらに d_1 と d_2 との外径比 $Dr = d_1/d_2 \times 100$ を $0 < Dr < 6$ としている。

以下これら $45 \leq C \leq 75$ 、 $0 < Dr < 6$ とした条件について説明する。

まず、 $45 \leq C \leq 75$ における $C \leq 75$ に関して、 C が 100% を越えるようになると、既述の通り樹脂過剰による併密があらわれ、成形時の樹脂過剰、可撓性不良、合流樹脂の浸透不均一、外観不良などが発生する。

したがって C の上限値は 75% である。

つぎに $45 \leq C \leq 75$ における $45 \leq C$ に關

して、 C が 100% で 45 を下回るようになると、これも既述の通り樹脂過剰（逆には樹脂不足）に起因した光ファイバ素線の偏心、伝送損失増、屈折特性の低下、機械的強度の低下などが生じる。

したがって C の下限値は 45% である。

ところで、上記のように $45 \leq C \leq 75$ のみを満足させればよいかというと、そうではない。

例えばロービング状態で樹脂を含浸している各補強繊維材 ϕ 、 ϕ 、 ϕ ・・・が光ファイバ素線を被覆しつつ引抜成形型内へ進入し、これらが該型内で加圧されると、各補強繊維材 ϕ 、 ϕ 、 ϕ ・・・は解離され、極細繊維 ϕ' 、 ϕ' 、 ϕ' ・・・が補強被覆層5内で点在するが、上記のごとく $45 \leq C \leq 75$ を設定した場合において極細繊維 ϕ' の径が大きいものであると、補強繊維材 ϕ の溶融単位である極細繊維 ϕ' の本数が少なくなり、光ファイバ素線を包みこむ効果が低下する。

一方、各補強繊維材 ϕ 、 ϕ 、 ϕ ・・・中へ

-15-

-16-

浸透した痕状（未硬化）の熱硬化性樹脂7は、極細繊維 ϕ' 、 ϕ' 、 ϕ' ・・・の表面に付着し、これら極細繊維 ϕ' 、 ϕ' 、 ϕ' ・・・に担持されて引抜成形型内へ進入するのであり、したがってこの際の樹脂浸透量は極細繊維 ϕ' 、 ϕ' 、 ϕ' ・・・の断面面積に依存して異なるが、この場合も極細繊維 ϕ' の径が大きく、かつ、本数が少ないと、上記樹脂浸透量が小さくなり、樹脂担持量が減少する。

その結果、 $45 \leq C \leq 75$ の設定に問題を生ずることもある。

したがって極細繊維 ϕ' については、既述したように $0 < Dr < 6$ を満足させるものでなければならず、 Dr が 6 を越えるようなものでは既述の問題が生じる。

実験例によると、上述した設定値の範囲内にあるものは成形性、伝送特性、屈折特性、偏心の有無などにつき、望ましい結果を示したが、その範囲外のものでは成形不良、伝送ロス増大、屈折特性不良、偏心などの問題が

生じまたば総合的に発生した。

もちろん上記設定値内にあるものは機械的強度だけでなく、可撓性についても好結果を示し、特に $C=60$ 、 $Dr=3.5$ のものがすべてについて最良であつた。

つぎに補強被覆層5内にファイラーが混入される場合について説明する。

補強被覆層5の成形に際して、同層5の表面にけずれ、さくれなどの外観不良が発生する場合、一般的にはファイラーと称する顆粒子が補強被覆層5内に混入される。

従来例の場合、外観不良のみを改善する目的で補強被覆層中に炭酸カルシウム、ガラス極微粉などの微細系ファイラーを入れているが、補強被覆層成形時の高温域（ $100 \sim 150^\circ\text{C}$ ）において伝送特性の低下を来している。

これは被覆層と補強被覆層との相対関係において、補強被覆層の径方向の収縮係数が 5×10^{-5} であるのに対し、1次被覆層、被覆層（例えばシリコーンゴム）のそれが 5×10^{-4} と

-17-

-47-

-18-

なっているため高圧域では損傷などがより顕著な事となり、しかもこの際の損傷による側圧が光ファイバにかかるとき、補強被覆層中の上記ファイラーがこれを不均一にし、したがって光ファイバには不均一な応力によるマイクロバンドが生じて伝送ロスが大きくなる。

もちろんこの発明の被覆光ファイバでは、前述したように被覆層と補強被覆層との間に樹脂層が介在されているので、ファイラーに起因した問題はまずないといえるが、この問題点も解決しておくべきである。

上記ファイラーに起因した問題は当該ファイラーの粒径を適切に設定することにより解決できる。

また、熱硬化性樹脂Aに対するファイラーの量を適切に設定することにより、より望ましい結果が得られる。

この際のファイラーとしては無機系微粒子と熱可塑性微粒子とがあげられる。

-19-

径は5〜50 μm であり、その軟化温度は120℃以下である。

補強被覆層中における熱可塑性微粒子の含有率は、前記熱硬化性樹脂Aに対し25重量%以下がよい。

熱可塑性微粒子がファイラーとして補強被覆層中に混入された場合、該補強被覆層の成形時、熱硬化性樹脂Aは軟化した上記微粒子を介して足掛け上の粘度が得られ、したがって補強被覆層の表面には成形金型によるけずれ、ささくれなどの外観問題が生ぜず、しかも上記微粒子が可塑化するため、この際の高温成形時、マイクロバンドの原因となるような不均一な側圧も発生せず、光ファイバの光伝送損失を抑制しながら補強被覆層を形成し得る。

より具体的な例を説明すると、既述の被覆光ファイバにおいてその補強被覆層中における熱可塑性微粒子と平均粒径30 μm のポリスチレン製とし、これを10重量%混合して

-21-

ファイラーが無機系微粒子のとき、これは炭酸カルシウム、タルク、水和アルミナ、タレー、ゼオライトから選ばれた1種または複数種からなる。

この無機系微粒子は、最大粒径が0.3 μm 以下、平均粒径が3.0 μm 以下であり、さらに補強被覆層中における無機系微粒子の含有率は熱硬化性樹脂Aに対し25重量%以下に設定される。

この場合、無機系微粒子の最大粒径30 μm 以下を満足させたところ、伝送特性、成形性が共に改善され、具体例において最大粒径25 μm 、平均粒径30 μm のとき「良」の結果が得られ、最大粒径10 μm 、平均粒径1.0 μm のとき「優良」の結果が得られ、さらに平均粒径7.0 μm のとき「最良」の結果が得られた。

一方、ファイラーが熱可塑性微粒子のとき、これはポリスチレン、聚変化ポリスチレン、ABS樹脂、セルロースプラスチックのいずれか1つ、または2つ以上からなり、その粒

-20-

当該補強被覆層を成形したところ、両層2の表面には外観不良が殆どみられず、光伝送損失増も0〜0.5 dB/kmにとどまった。

なお、この際の成形に用いた引き抜き速度の速度は160〜185℃であり、熱可塑性微粒子の可塑化温度は105℃であつた。

なお、前述した $C = \frac{B}{A+B} \times 100$ において、ファイラーが熱可塑性微粒子のとき、該微粒子はAに含めるものとし、また、ファイラーが無機系微粒子のときはこれをBに含めるものとする。

その他の技術的事項として、被覆層付光ファイバすなわち光ファイバ素線が0.01〜0.10%の引き抜き歪みを有しているといふ。

その理由として、補強被覆層内における光ファイバ素線が引き抜き歪みを有していることを特徴としているかも、マイクロバンドの原因となる応力差が生じがたく、したがって外力、温度変化により補強被覆層が収縮したとしても光ファイバの伝送ロス増が殆ど発生

-22-

せず、また、製品管理上の信頼性も高まることになる。

つぎにこの発明に係る被覆光ファイバの製造例を第4図、第5図により説明する。

第4図では供給源3から緩衝層3付の光ファイバ1を供給してこれを浸漬槽9に通し、同槽9内においては樹脂層4を形成すべき液状樹脂を緩衝層3の外周に均一に付着させ、一方、他の供給源10、10、10……からはロービング状態などとした補強繊維材6、6、6……を供給してこれらを各浸漬槽11、11、11……に通し、緩衝層11、11、11……内では補強繊維材6、6、6……に液状の熱硬化性樹脂7を含浸させる。

その後、所望の樹脂が付着、含浸された上記光ファイバ1ならびに各補強繊維材6、6、6……を基板12に通してこれらを合流させ、ついで加熱炉を備えた引板成形型13、硬化炉14に通して所定の樹脂層4、補強樹脂層5を形成し、こうして製造されたものを

引取機15で引きとり、巻取機16で巻きとる。

なお、第5図の製造例も第4図とほぼ同じであり、この第5図の場合では、緩衝層3の外周に樹脂層4用の液状樹脂を付着させた後、同樹脂の保形効果を得るため液状樹脂付光ファイバを硬化炉17に通す点が前記第4図と相異している。

その他、別工程で光ファイバ1の外周に樹脂層4までを形成しておき、これを第4図の液状樹脂にかけてもよい。

もちろんこの場合、第4図で述べた浸漬槽9は省略される。

なお、第4図、第5図に示す実施例において、浸漬槽11と基板12との間に、図示しない予備加熱炉を配置し、補強繊維材6の表面に形成された樹脂を予備硬化させるようにしてもよい。

この場合は引板成形型13で加熱硬化する時間が少なくて済むことにより、引板成形速

-23-

-24-

度を増すことができる。

補強樹脂層5中にファイバーが混入される場合、各浸漬槽11、11、11……内に所定の微粒子が混入されるように混雑する。

また、樹脂層4が補強繊維材6に対し接着性を有する場合、硬化炉14内で樹脂層4が熱膨張し、この状態において樹脂4、6が相対接着する。

樹脂層4の硬化後、各層は冷却状態となり収縮するが、この際、樹脂層4と補強繊維材6との接着状態はそのまま保持され、一方、樹脂層3と樹脂層4とは両者の熱膨張係数の相異により互いに分離する。

なお、以上の説明文中、「外周」の語は「直径」を意味する。

(産業上の利用可能性)

この発明の被覆光ファイバは伝送特性が高いので主に通信用に用いられ、特に誤差特性、損耗特性に優れるので、地下埋設通信用ケーブル用、架空通信用ケーブル用、海底通信用

ケーブル用、架空内線光ケーブル用、電力・光複合ケーブル用などの光ファイバ心線に適している。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図はこの発明に係る被覆光ファイバの代表的な構成を示した断面図、第3図は補強繊維材の拡大断面図、第4図、第5図はその被覆光ファイバの製造方法を略示した説明図である。

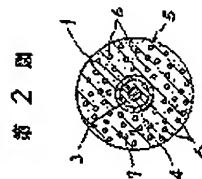
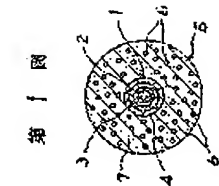
- 1……光ファイバ
- 3……緩衝層
- 4……樹脂層
- 6……補強繊維材

特許出願人
代理人 弁理士 井 藤 誠

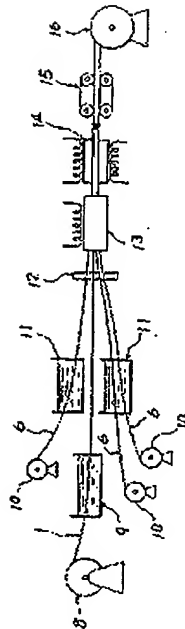
-25-

-49-

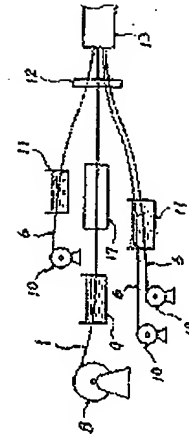
-26-



第 4 図



第 5 図



手 続 補 正 書 (方式)

昭和 58 年 12 月 11 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 58-121992

2. 発明の名称 複層光ファイバ

3. 補正をする者

事件との関係 特 許 出願人

古河電気工業株式会社

4. 代 理 人 〒105

住 所 東京都千代田区有楽町 1 丁目 6 番 6 号 小谷ビル

TEL (591) 8781
(520) 6812

氏 名 (8561) 弁護士 井 藤



5. 補正命令の日付 昭和 56 年 10 月 25 日

6. 補正の対象 明細書全文

7. 補正の内容 明細書の書き換え (内容に変更なし)

